

BOBBIN FOR WINDING OPTICAL FIBER

Publication number: JP6239536

Publication date: 1994-08-30

Inventor: KOIDE TOSHIO; SUZUKI RYOJI; TAKAHASHI KOICHI

Applicant: FUJIKURA LTD

Classification:

- international: **B65H75/14; G02B6/00; B65H75/04; G02B6/00; (IPC1-7): B65H75/14; G02B6/00**

- european:

Application number: JP19930048805 19930216

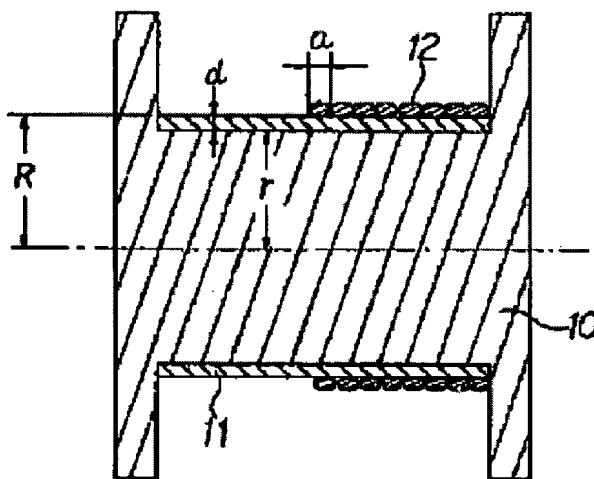
Priority number(s): JP19930048805 19930216

Report a data error here

Abstract of JP6239536

PURPOSE: To reliably prevent collapse of winding of an optical fiber wound around a bobbin when a temperature change in a specified range allowable during conveyance is produced by covering the winding barrel of a bobbin with a resilient cylinder material having the coefficient thermal expansion by which a specified formula is satisfied.

CONSTITUTION: A bobbin for winding an optical fiber used for winding of an optical fiber 12 for storage and conveyance has a winding barrel 10 covered with a resilient cylinder material 12 having the coefficient of thermal expansion satisfying an undermentioned formula. The formula is $r(1-10k_1)+d(1-10k_2) > \{R/(1+T/SE_3)\}(1-10k_3)$. In the formula, R is equal $\{(r+d)+[(r+d)^2-4T/aX(r/E_1+d/E_2)]^{1/2}\}^2$ and r, k₁, and E₁ are the radius, the coefficient of thermal expansion, the Young's modulus, respectively, of the winding barrel 10, and (a), k₃, E₃, S and T are the width the coefficient of thermal expansion, the Young's modulus, the sectional area, and the winding tension, respectively, of the optical fiber 12.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-239536

(43)公開日 平成6年(1994)8月30日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 5 H 75/14		Z 7030-3F		
G 0 2 B 6/00	3 3 6	6920-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-48805

(22)出願日 平成5年(1993)2月16日

(71)出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72)発明者 小 出 年 男

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

(72)発明者 鈴 木 亮 二

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

(72)発明者 高 橋 浩 一

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

(74)代理人 弁理士 来住 洋三

(54)【発明の名称】 光ファイバの巻取用ポビン

(57)【要約】 (修正有)

【目的】ポビンに巻かれた光ファイバがその保管、搬送中一定の範囲内での温度変化に対して、上記光ファイバの巻崩れを確実に防止することを目的とする。

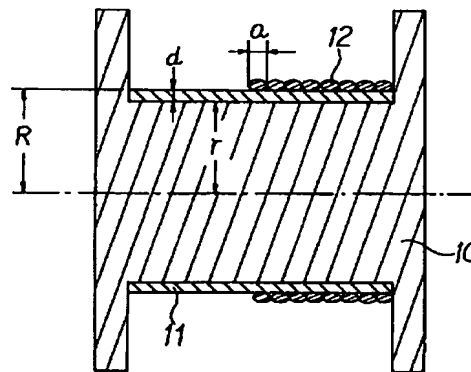
【構成】ポビンの巻胴を弾性円筒材で被覆し、前記弾性円筒材の材料をその熱膨張率 K_2 が次の式を満たすものとした光ファイバの巻取用ポビン。

$$r(1-10k_1) + d(1-10k_2) > \{R / (1 + T/SE_3)\} (1-10k_3)$$

ただし、上記 R は次の式を満たす値とする。

$$R = \{ (r+d) + \sqrt{ (r+d)^2 - 4T/a \times (r/E_1 + d/E_2) } \} / 2$$

なお、 r は巻胴の半径、 k_1 は巻胴の熱膨張率、 E_1 は巻胴のヤング率、 d は弾性円筒材の厚さ、 k_2 は弾性円筒材の熱膨張率、 E_2 は弾性円筒材のヤング率、 a は線状体の(光ファイバ素線)の幅、 k_3 は線状体の熱膨張率、 E_3 は線状体のヤング率、 S は線状体の断面積、 T は線状体の巻き張力。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ボビンの巻胴を弾性円筒材で被覆し、

上記弾性円筒材の材料をその熱膨張率 k_2 が次の式を満 *

$$r(1-10k_1)+d(1-10k_2)>$$

$$\{R/(1+T/SE_1)\}(1-10k_3)。$$

ただし、上記Rは次の式を満足する値とする。

※ ※【数 2】

$$R = \{ (r+d) + \sqrt{(r+d)^2 - 4T/a \times (r/E_1 + d/E_2)} \} / 2。$$

また、上記式の各記号はそれぞれ次のとおりである。

r : 巻胴の半径 (mm)、

k_1 : 巻胴の熱膨張率 ($1/^\circ\text{C}$)、

E_1 : 巻胴のヤング率 (g/mm^2)、

d : ボビンに巻かれた弾性円筒材の厚さ (mm)、

k_2 : ボビンに巻かれた弾性円筒材の熱膨張率 ($1/^\circ\text{C}$)、

E_2 : ボビンに巻かれた弾性円筒材のヤング率 (g/mm^2)、

a : 線状体 (光ファイバ素線) の幅 (mm)、

k_3 : 線状体の熱膨張率 ($1/^\circ\text{C}$)、

E_3 : 線状体のヤング率 (g/mm^2)、

S : 線状体の断面積 (mm^2)、

T : 線状体の巻き張力 (g)、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光ファイバを巻取って保管、搬送するために用いられるボビンに関するものであり、保管、搬送中に許容される一定の範囲での温度変化に対して、ボビンに巻かれた光ファイバの巻き崩れを確実に防止することができるものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバ巻取用ボビンの巻胴は通常プラスチック製、或いは金属製であり、これらに比して熱膨張率が極めて小さい光ファイバが所定の巻付け力で巻取られる。光ファイバの巻取り時に光ファイバに掛けられる張力は弱過ぎると保管、搬送時の温度変化による巻緩み及び搬送時の振動によって巻崩れを生じ、反対に上記張力が強いほどボビンに巻いたままで行なわれる光ファイバの伝送損失試験の測定値が光ファイバ本来の伝送損失よりも大きい値になり、このために伝送損失試験に★

$$r(1-10k_1)+d(1-10k_2)>$$

$$\{R/(1+T/SE_1)\}(1-10k_3)。$$

ただし、上記Rは次の式を満足する値とする。

☆ ☆【数 4】

$$R = \{ (r+d) + \sqrt{(r+d)^2 - 4T/a \times (r/E_1 + d/E_2)} \} / 2。$$

上記式の各記号はそれぞれ次のとおりである。

r : 巻胴の半径 (mm)、 k_1 : 巻胴の熱膨張率 ($1/^\circ\text{C}$)、

E_1 : 巻胴のヤング率 (g/mm^2)、d : ボビンに巻かれた弾性円筒材の厚さ (mm)、

k_2 : ボビンに巻かれた弾性円筒材の熱膨張率 ($1/^\circ\text{C}$)、

E_2 : ボビンに巻かれた弾性円筒材のヤング率 (g/mm^2)、

* 足するものとした光ファイバ巻取用ボビン。

【数 1】

★ による不良品となる可能性が増大する。従来は相反する上記の両面の兼ね合いを図るために、伝送損失試験結果を可及的に本来の伝送損失結果に近付けるべく、巻崩れを生じない限度においてできるだけ巻取り時の光ファイバの巻付け力 (光ファイバに掛ける張力) を小さくしている。しかし、温度変化に伴う巻胴と光ファイバの熱収縮の差による巻緩みを考慮して、伝送損失試験の結果をある程度犠牲にしながら上記の巻緩みを見込んだ強さの巻付け力をもって巻取らざるを得ない。この巻緩みは巻取り時の温度に比して使用時 (搬送時、伝送損失試験時等) の温度が低く、光ファイバの収縮に比べて巻胴が大きく収縮して巻胴による光ファイバに対する半径方向外方への支持力が失われることによって生じるものであるから、これを防止するためには巻胴による上記支持力の消滅を他の手段によって補う外はない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は温度変化を考慮することによる巻取り時の光ファイバの巻付け力の増分を小さくして可及的に伝送損失試験における伝送損失を小さくすることを目的とし、温度変化による光ファイバの巻緩みを可及的に小さくすることをその課題とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題解決のために講じた手段は次の要素 (イ)、(ロ) によって構成されるものである。

(イ) ボビンの巻胴を弾性円筒材で被覆させたこと、

(ロ) 上記弾性円筒材の材料をその熱膨張率 k_2 が次の式を満足するものとしたこと。

【数 3】

a : 線状体 (光ファイバ素線) の幅 (mm)、 k_3 : 線状体の熱膨張率 ($1/^\circ\text{C}$)、 E_3 : 線状体のヤング率 (g/mm^2)、S : 線状体の断面積 (mm^2)、T : 線状体の巻き張力 (g)、

【0005】

【作 用】以上の条件の計算式には、温度変化に係る

る全てのものの巻取り時の温度及び巻付け力、温度変化による直径や長さの変化、巻付け力による弾性変形量の変化、内部応力の変化等、線状体の巻の堅さに影響する全ての要件が織り込まれているので、巻取り時の温度、使用時（例えば伝送損失試験時）の温度が10度低下した場合にも弾性円筒材による線状体（光ファイバ素線）の円筒状の束に対する半径方向外方への支持力が零になることはない。すなわち、巻胴の温度変化に伴う外径の縮小分を弾性円筒材が補償して巻胴に対する線状体の巻付け力が零になることを防止する。したがって温度低下が10度以下では、温度変化に伴う巻胴の外径の縮小に関わらず巻緩みによる巻崩れを生じることではない。上記の作用の詳細を図1を参照しつつ現象的に説明すると、次のとおりである。線状体に張力を掛けてスポンジ等の弾性円筒材の外周2が点線で示す2'まで圧縮される。この時巻胴の外周1も線状体の巻付け力によって圧縮されるが巻胴のヤング率は弾性円筒材よりも極めて大きいので、その圧縮量は弾性円筒材の圧縮量に比べて極めて小さい。巻取り時の温度に比して、搬送時等の温度が下がると、巻胴と弾性円筒材と弾性円筒材に巻かれた線状体はそれぞれの熱膨張率の割合で収縮する。線状体（光ファイバ）の熱膨張率 k_1 は巻胴、弾性円筒材の熱膨張率 k_1 、 k_2 に比べて極めて小さいので、巻胴の外周が点線1'で示す位置まで収縮すると、これと共に弾性円筒材も熱収縮するが、線状体の締付け力によって大きく圧縮されていた弾性円筒材の内周が半径方向内方に弾性復元しながら巻胴外周の収縮に追従して、巻胴の熱収縮分を補償する。この弾性円筒材の半径方向内方への弾性復元によって弾性円筒材の線状体に対する支持力は減少するが、その熱膨張率 k_2 が上記の式の関係を満たす限り、上記温度低下が10度以下では支持力が零になることはない。次いで上記式の根拠を図2を参照しつつ念のために説明する。巻胴の径、巻胴に巻かれた線状体（光ファイバ素線）の径の変化は、温度変化によるものと線*

$$R = (r + d) - T/Ra \times (r/E_1 + d/E_2)。$$

となる。これはRについての2次方程式であるから、これを解くと、

$$R = \{ (r + d) + \sqrt{(r + d)^2 - 4T/a \times (r/E_1 + d/E_2)} \} / 2。$$

となる。弾性円筒材の外周に巻取られた線状体が巻取り後の温度低下によって極端な巻崩れを生じないためには、熱収縮後の弾性円筒材の外周の半径が、熱収縮後の★

$$r \{ 1 - k_1 (t_0 - t) \} + d \{ 1 - k_2 (t_0 - t) \} >$$

$$\{ R / (1 + T/SE_2) \} \times \{ 1 - k_2 (t_0' - t) \}。$$

となる。なお、この式において、 t : 使用時温度(°C)、 t_0 : 線状体巻取り時の巻胴の温度(°C)、 t_0' : 線状体巻取り時の線状体の温度(°C)、そこ

* 状体の巻張力の変化によるものとである。線状体を巻取った時の巻胴の温度が t_0 から t に下がったとき、巻胴は収縮し、この収縮量は $(k_1 r + k_2 d) (t_0 - t)$ である。温度 t_0' 、巻張力 T 、巻き半径 R で巻取られた線状体の熱収縮の大きさは $k_2 R (t_0' - t)$ である。また線状体は張力 T で巻取られているので、この張力 T により伸びた状態で巻取られている。巻胴が収縮することにより線状体の張力が小さくなり、張力が零になった時の張力緩和による巻径の縮小量は、 $R \{ 1 - 1 / (1 + T/SE_2) \}$ となる。この式の根拠は次のとおりである。巻胴に巻付けた状態での線状体の半径 R 、一卷分の線状体の自由長さを L 、張力 T 、伸び ε とすると、 $2\pi R = L(1 + \varepsilon)$ 。線状体の断面積を S とすると、 $\varepsilon = \sigma/E = 1/E \times T/S$ 。これから、 $L = 2\pi R / (1 + T/SE_2)$ 。 $T = 0$ の時線状体は自由長さになるので、この時の半径 $R' = L/2\pi$ 。半径の変化量 $R - R' = R - L/2\pi = R - R / (1 + T/SE_2) = R \{ 1 - 1 / (1 + T/SE_2) \}$ 。次に R について説明する。線状体が巻胴に巻取られた状態での最内層の一層の巻半径が上記の R に当たる。幅 a の線状体が張力 T で巻胴に巻付けられた時、巻胴の外周面に直接巻付けられた線状体によって巻胴外周面に垂直にかかる応力は T/Ra となる（これは従来よく知られた一般式であるので導きだされる根拠の説明は省略する。この応力が弾性円筒材11の外周面にかけられ、さらに巻胴10の外周面にかけているので、この応力によって、巻胴10と弾性円筒材11はそれぞれ、 $r(1 - T/RaE_1)$ 、 $d(1 - T/RaE_2)$ だけ圧縮されている。ただし、この d は弾性円筒材の自由状態での厚さである。自由状態で $r + d$ の半径の弾性円筒材の外周面に張力 T で線状体12を巻きつけたとき、その半径が R になっているのであるから、

【数 5】

※ 【数 6】

※

40★ 線状体の張力が零になる線状体の巻径よりも大きいことが最低必要な条件である。この条件を式で表すと、

【数 7】

で、温度の低下を10度とすると、 $t_0 - t = 10$ であるから、

【数 8】

$$r(1-10k_1) + d(1-10k_2) >$$

$$\{R/(1+T/SE_2)\}(1-10k_3).$$

となる。すなわち、弾性円筒材の熱膨張率 k_2 が上記の関係を満たすように、その材料を選択することによって巻取り温度よりも10度降下しても、この温度低下によって線状体の巻付け力が零になることはない。

【0006】

【実施例】次いで、具体的な一実施例について説明する。

巻胴について、ボビンの巻胴の半径150mm、材料：合成樹脂（名称ABS樹脂）、熱膨張係数 $k_1=0.0001/^\circ\text{C}$ 、ヤング率 $E_1=200\text{kg/mm}^2$ 。弾性円筒材について、厚さ5mmの帯状の弾性部材を巻胴に軽く巻付けたもの、材料：発泡樹脂（名称発泡ポリエチレン）。熱膨張係数 $k_2=0.0002/^\circ\text{C}$ 、ヤング率 $E_2=30\text{g/mm}^2$ 、線状体について、光ファイバ素線の幅 $a=1.1\text{mm}$ 、実行断面積 $S=0.049\text{mm}^2$ 、この光ファイバ素線の熱膨張係数 $k_3=0.0000005/^\circ\text{C}$ 、ヤング率 $E_3=7300\text{kg/mm}^2$ 、巻取り時の線状体の温度 $t_0'=25^\circ\text{C}$ 。巻取り条件について、巻取り時の巻胴の温度 $t_0=25^\circ\text{C}$ 、巻取り張力 $T=150\text{g}$ 、巻取り長さ：10km。試験結果について、以上の条件で巻取ったボビン10個用意し、これを巻取り温度より10℃低い15℃まで下げて、振動試験を行なった。その結果、巻崩れを生じたものは一つもなかった。比較対象としたボビン、上記と全く同じボビンの巻胴（弾性円筒材を巻付けないもの）に同じ線状体を*

*同じ条件で巻取ったものを10個用意し、これを巻取り温度より10℃低い15℃まで下げて、振動試験を行なった。その結果、巻崩れを生じたものは2個、巻崩れを生じなかったものは8個であった。

【0007】

【効果】以上説明したとおり、搬送時、使用時の温度の温度を予想することによってその温度条件での巻緩み、巻崩れを確実に防止することができる。したがって、必要最低限の張力で光ファイバを巻取ることができ、これによって光ファイバ本来の伝送損失を正確に測定することができる等の効果を生じたものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の作用を説明するための説明図である。

【図2】本発明の作用を説明するための説明図である。

【符号の説明】

- 1・・・巻胴の外周
- 1'・・・巻胴の収縮したときの外周
- 2・・・弾性円筒材の外周
- 2'・・・弾性円筒材が圧縮されたときの外周
- 10・・・巻胴
- 11・・・弾性円筒材
- 12・・・線状体

【数9】

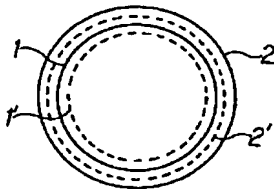
$$r(1-10k_1) + d(1-10k_2) >$$

$$\{R/(1+T/SE_2)\}(1-10k_3).$$

【数10】

$$R = \{ (r+d) + \sqrt{(r+d)^2 - 4T/a \times (r/E_1 + d/E_2)} \} / 2.$$

【図1】



【図2】

